

## 明細書

### 半導体装置及び表示装置の製造方法

#### 5 技術分野

本発明は、半導体装置の製造方法に関し、特に薄膜トランジスタ（TFT）に代表される絶縁ゲート型電界効果トランジスタを用いた表示装置の表示装置の製造方法に関する。

#### 10 背景技術

絶縁表面上に薄膜を用いて形成される薄膜トランジスタ（TFT）は、集積回路等に広く応用されている。なかでも液晶TVなどに代表される薄型表示装置の表示パネルには、スイッチング素子として多く用いられ、携帯端末や大型の表示装置等に用途が拡大している。

15 従来の TFT を用いる表示装置は、基板全面に被膜を形成し、フォトリソグラフィプロセス、エッチングプロセス及びアッシングプロセスなどを用いて TFT 等のパターンを形成する。このような製造プロセスの半分以上は真空装置内で行なわれることが多い。

#### 20 発明の開示

(発明が解決しようとする課題)

TFT の製造プロセスでは、フォトリソグラフィにより形成したレジスト

マスクを用いて、基板全面に形成した被膜（レジスト、金属、半導体膜、有機膜など）の殆どをエッチングして除去する方法を用い、前記被膜を加工する。このため、先に形成した被膜のうち、配線などとして基板上に残存する割合は、わずか数～数十%程度であった。更に、レジスト膜などはスピン塗

- 5 布により形成される際、約 95%が無駄になっていた。

このように従来の TFT 等の製造方法は、材料の殆どを捨てていることとなる。そのため、このようにして製造された半導体装置を用いる表示装置等の製造コストに影響を及ぼすばかりか、環境負荷の増大を招いていた。

また、表示画面の大画面化はマザーガラスの大面積化をもたらし、それに

- 10 伴い真空チャンバー、真空ポンプなど真空装置も大型化し、製造装置は限りなく大規模化している。また、装置の価格も高額なものになり、より大規模な設備投資が必要になっている。

このような傾向は、製造ラインに流れる基板サイズが大型化するほど顕在化して來た。

- 15 そこで、本発明では、被膜形成材料やエッチング、アッシングに用いられる材料費を低減し、また真空処理にかかる手間を低減した表示装置の製造方法について提案することを課題とする。

(課題を解決するための手段)

上述した課題を解決するために、本発明にでは以下の手段を講じる。

- 20 本発明の表示装置の製造方法は、溶液噴射手段を用い被処理物に導電性材料を含む溶液を噴射して配線を形成することを特徴とする。

ここで配線とは、ゲート配線、ソース配線、TFT と画素電極を接続する

配線などを含む。

更に、前記配線上にレジスト膜を成膜してレジストマスクを形成し、当該レジストマスクを用いて前記配線を更に微細な形状に加工してもよい。

尚、前記レジスト膜の成膜手段としてレジスト材料を含む溶液を用いた溶

- 5 液噴射手段を用いることができる。

前記配線をエッティングする手段として、大気圧プラズマ装置を用いることができる。

更に、前記レジストマスクをアッシングする手段としても、大気圧プラズマ装置を用いることができる。

- 10 本発明は、導電性材料を噴射する第一の溶液噴射手段を用いて配線を形成する工程と、第二の溶液噴射手段を用いて前記配線の上にレジストマスクを形成する工程と、前記レジストマスクをマスクとして、線状のプラズマ発生手段を有する大気圧プラズマ装置を用いて前記配線をエッティングする工程とを有することを特徴としている。

- 15 また本発明は、導電性材料を噴射する溶液噴射手段を用いて配線を形成する工程と、少なくとも前記配線の上にレジストマスクを形成する工程と、前記レジストマスクをマスクとして、線状のプラズマ発生手段を有する大気圧プラズマ装置を用いて前記配線をエッティングする工程とを有することを特徴としている。

- 20 更に本発明は、配線を形成する工程と、溶液噴射手段を用いて少なくとも前記配線の上にレジストマスクを形成する工程と、前記レジストマスクをマスクとして、線状のプラズマ発生手段を有する大気圧プラズマ装置を用いて

前記配線をエッチングする工程とを有することを特徴としている。

上記した本発明の構成は、半導体装置及び表示装置の製造方法に用いることができる。

前記大気圧プラズマ装置は、一方向にのびるプラズマの吹き出し口を有するプラズマ発生手段を有し、線状のプラズマを形成することができる。

ここで、大気圧若しくは大気圧近傍の圧力とは、約 600～106000 Pa の範囲の圧力をいう。

以上のように製造された半導体装置を用いることにより、低成本で安価な表示装置を製造することができる。

10 本発明の別の構成としては、導電性材料を噴射する第一の溶液噴射手段を用いて配線を形成する工程と、第二の溶液噴射手段を用いて前記配線の上にレジストマスクを形成する工程と、前記レジストマスクをマスクとして、複数のプラズマ発生手段が線状に配列された大気圧プラズマ装置を用いて前記配線をエッチングする工程とを有することを特徴としている。

15 また、本発明は、導電性材料を噴射する溶液噴射手段を用いて配線を形成する工程と、少なくとも前記配線の上にレジストマスクを形成する工程と、前記レジストマスクをマスクとして、複数のプラズマ発生手段が線状に配列された大気圧プラズマ装置を用いて前記配線をエッチングする工程とを有することを特徴としている。

20 さらに、本発明は、配線を形成する工程と、溶液噴射手段を用いて少なくとも前記配線の上にレジストマスクを形成する工程と、前記レジストマスクをマスクとして、複数のプラズマ発生手段が線状に配列された大気圧プラズ

マ装置を用いて前記配線をエッチングする工程とを有することを特徴としている。

上記した本発明の構成は、半導体装置及び表示装置の製造方法に用いることができる。

- 5 前記大気圧プラズマ装置は、線状に配列された複数のプラズマ発生手段を有し、前記複数のプラズマ発生手段のうち、選択された特定のプラズマ発生手段を用いて、被処理物上の任意の場所を処理することができる。

ここで、大気圧若しくは大気圧近傍の圧力とは、約 600～106000 Pa の範囲の圧力をいう。

- 10 以上のように製造された半導体装置を用いることにより、低成本で安価な表示装置を製造することができる。

#### (発明の効果)

- 溶液噴射手段で選択的に被膜を形成することにより、従来その殆どを無駄にしていた被膜（レジスト、金属、半導体膜、有機膜など）の使用量を減らすことにより、製造コストの低減を可能にする。

更に、流動性を有する材料で配線等を形成することによりコンタクトホール及び段差の被覆性がよく、コンタクト不良及び断線等の不良の発生を軽減できる。

- また、線状のプラズマ発生手段により、局所的にエッチング又は、アッシングを行うことにより、ガスの使用量も低減することができ、製造コストの低減を可能にする。

さらに、複数のプラズマ発生手段を線状に配列することにより、選択的に

エッチング又は、アッシングを行うことにより、ガスの使用量も低減することができ、製造コストの低減を可能にする。

また、エッチング又は、アッシングを大気圧又は大気圧近傍の圧力中で処理することにより、装置を構成していた真空チャンバー及びポンプなどを簡

- 5 略化でき装置の大型化を防ぐことが出来る。なおかつ、装置メンテナンスのコストが低減され、プロセス中では従来チャンバー内を真空状態に真空引きしてから行っていた処理を真空引きせずに大気圧又は大気圧近傍の圧力で処理可能なため、基板処理時間を短くすることが可能となる。また、設備投資(装置価格)を抑えることができ、設備投資額の低コスト化を可能にする。

10

#### 図面の簡単な説明

図1は本発明の作製方法を説明する斜視図である。

図2は本発明の作製方法を説明する図である。

図3は本発明の薄膜トランジスタの作製方法を示す図である。

- 15 図4は本発明の薄膜トランジスタの作製方法を示す図である。

図5は本発明の薄膜トランジスタの作製方法を示す図である。

図6は本発明の薄膜トランジスタの作製方法を示す図である。

図7は本発明の薄膜トランジスタの作製方法を示す図である。

図8は発明を実施する上で使用する溶液噴射装置の一例を示す図である。

- 20 図9は本発明を実施する上で使用する溶液噴射装置の一例を示す図である。

図10は本発明で使用する溶液噴射装置の一例を示す図である。

図11は本発明を実施する上で使用する大気圧プラズマ装置の一例を示す

図である。

図12は本発明を実施する大気圧プラズマ装置の一例を示す図である。

図13は本発明の配線の作製方法を示す図である。

図14は電子機器の一例を示す図である。

- 5 図15は本発明を実施する上で使用する大気圧プラズマ装置の一例を示す図である。

図16は本発明の配線の作製方法を示す図である。

図17は本発明の薄膜トランジスタの作製方法を示す図である。

図18は本発明の薄膜トランジスタの作製方法を示す図である。

- 10 図19は本発明の薄膜トランジスタの作製方法を示す図である。

図20は本発明の薄膜トランジスタの作製方法を示す図である。

図21は本発明の薄膜トランジスタの作製方法を示す図である。

図22は本発明の薄膜トランジスタの作製方法を示す図である。

図23は本発明の薄膜トランジスタの作製方法を示す図である。

- 15 図24は本発明の薄膜トランジスタの作製方法を示す図である。

### 発明を実施するための最良の形態

本発明の実施の形態について図面を用いて詳細に説明する。但し、本発明

は以下の説明に限定されず、本発明の趣旨及びその範囲から逸脱することな

- 20 くその形態及び詳細を様々に変更し得ることは当業者であれば容易に理解される。従って、本発明は以下に示す実施の形態の記載内容に限定して解釈されるものではない。

## (実施の形態 1)

本発明の実施の形態について、図 1、図 2 (A)、図 3 乃至図 7 を用いて説明する。

図 1 は、本発明における溶液噴射手段を用いて配線を形成する方法を示している。溶液噴射手段 103 が基板 101 上方を移動し、基板 101 上に溶液を噴射し、配線パターン 102 を形成していく。

図 2 (A) はプラズマ発生手段を用いてエッチングする方法を示している。

図 2 (A) において、プラズマ発生手段 202 は基板 101 上方を移動し、配線パターン 102 のうちレジスト 201 に覆われていない部分をエッチングする。

本実施の形態では、上記の方法を用いて半導体装置を作成する方法について説明する。

ガラス、石英、半導体、プラスチック、金属、ガラスエポキシ樹脂、セラミックスなどの各種材料を基板 301 とする。そして、基板 301 上に、溶液噴射手段 306 により、公知の導電性を有する組成物を噴射することで、ゲート電極及び配線 302、容量電極及び配線 303 を形成する (図 3 (A))。

その後、ゲート電極及び配線 302、容量電極及び配線 303 が形成された基板に加熱処理などを施すことで、その溶媒を揮発させて、その組成物の粘度が高くなるようにする。尚、この加熱処理は、溶液噴射方式により薄膜を形成することに行つてもよいし、任意の工程ごとに行つてもよいし、全ての工程が終了した後に一括して行つてもよい。

ついで、溶液噴射手段 306 により、前記工程で噴射したゲート電極及び配線 302、容量電極及び配線 303 を覆うようにレジスト 304、305 を噴射する

(図 3 (B))。

その後、レジストをパターニングする (図 3 (C))。

その後、線状のプラズマ発生手段 307 及び支持体 300 を有する大気圧プラズマ装置を用いて線状のプラズマ 308 を形成し、ゲート電極及び配線 302、

- 5 容量電極及び配線 303 のエッチングを行い、その後、アッシングによりレジストを除去する。(図 4 (A、B))。

以上のような工程によりゲート電極及び配線 302、容量電極及び配線 303 を形成する。尚、ゲート電極及び配線 302、容量電極及び配線 303 を形成する材料としては Mo、Ti、Ta、W、Cr、Al、Cu、Nd 等を含む Al 等のような

- 10 導電性材料が挙げられ、また、複数の導電性材料を積層して用いることも可能である。

その後、CVD 法など公知の方法により、ゲート絶縁膜 401 を形成する (図 4 (C))。本実施の形態では、ゲート絶縁膜 401 として、大気圧下で CVD 法により窒化珪素膜を形成するが、酸化珪素膜、又はそれらの積層構造としても

- 15 よい。

その後、公知の方法 (スパッタリング法、LPCVD 法、プラズマ CVD 法等) により 25~80nm(好ましくは 30~60nm) の厚さで半導体膜 501 を成膜する。

この半導体膜 501 としては、非晶質半導体膜、非晶質珪素ゲルマニウム膜などの非晶質構造を有する化合物半導体膜などを用いて基板 301 上の全面に

- 20 形成する (図 5 (A))。

その後、全面に窒化珪素膜等を成膜、パターニングによりチャネル保護膜 502 を形成する (図 5 (B))。

その後、N型を付与する不純物元素が添加された半導体膜 503 を形成する（図 5 (C)）。

その後、溶液噴射手段 306 を用いてソース・ドレイン電極及び配線 601、602 を形成する（図 6 (A)）。なお、ソース・ドレイン電極及び配線 601、602 は、図 3 (A) 乃至図 4 (B) に示したゲート電極及び配線 302、容量電極及び配線 303 と同様にパターニングを行えばよい。ソース・ドレイン電極及び配線 601、602 を形成する材料としては Mo、Ti、Ta、W、Cr、Al、Cu、Nd 等を含む Al 等のような導電性材料が挙げられ、また、複数の導電性材料を積層して用いることも可能である。

10 その後、ソース・ドレイン電極及び配線 601、602 をマスクに N型を付与する不純物元素が添加された半導体膜 503 及び半導体膜 501 を、線状のプラズマ発生手段 307 及び支持体 300 を有する大気圧プラズマ装置を用いて線状のプラズマ 308 を形成しエッチングを行う。

その後、CVD 法など公知の方法により、保護膜 603 を形成する（図 6 (C)）。

15 本実施の形態では、保護膜 603 として、大気圧下で CVD 法により窒化珪素膜を形成するが、酸化珪素膜、又はそれらの積層構造としてもよい。また、アクリル膜等、有機樹脂膜を用いてもよい。

その後、溶液噴射手段 306 によりレジストを噴射した後、レジストをパターニングする。その後、線状のプラズマ発生手段 307 及び支持体 300 を有する大気圧プラズマ装置を用いて線状のプラズマ 308 を形成し、保護膜 603 のエッチングを行い、コンタクトホール 701 を形成する（図 7 (A)）。

その後、溶液噴射方式により、画素電極 702 を形成する。

なお、画素電極 702 は、溶液噴射手段 306 を用いて直接形成してもよいし、図 3 (A) 乃至図 4 (B) に示したゲート電極及び配線 302、容量電極及び配線 303 と同様にパターニングを行ってもよい。画素電極 702 を形成する材料としては ITO (酸化インジウム酸化スズ合金)、酸化インジウム酸化亜鉛合金 ( $In_2O_3 - ZnO$ )、酸化亜鉛 ( $ZnO$ ) 等の透明導電膜又は Mo、Ti、Ta、W、Cr、Al、Cu、Nd 等を含む Al 等のような導電性材料が挙げられ、また、複数の導電性材料を積層して用いることも可能である。

本実施の形態により作製される半導体装置は、チャネル形成領域が保護膜により保護された、所謂チャネル保護型である。

10 本実施の形態では、溶液噴射方式を用いて配線及びレジスト等のパターンを形成し、線状のプラズマ発生手段を有する大気圧プラズマでエッチング及びアッシングを行うことを一例として示したが、公知の各種 TFT の作製方法と組み合わせて実施することも可能である。

溶液噴射手段で選択的に配線及びレジスト等のパターンを形成することにより、従来その殆どを無駄にしていた半導体装置の作製で用いる材料の使用量を減らすことにより、前記半導体装置を用いる表示装置の製造コストの低減を可能にする。

更に、流動性を有する材料で配線等を形成することによりコンタクトホール及び段差の被覆性がよく、コンタクト不良及び断線等の不良の発生を軽減できる。

また、線状のプラズマ発生手段により、局所的にエッチング又は、アッシングを行うことにより、ガスの使用量も低減することができ、製造コストの

低減を可能にする。

(実施の形態 2)

本実施の形態について、本発明の実施の形態について、図 1、図 2、図 17 乃至図 21 を用いて説明する。

- 5 図 1 は、本発明における溶液噴射手段を用いて配線を形成する方法を示している。溶液噴射手段 103 が基板 101 上方を移動し、基板 101 上に溶液を噴射し、配線パターン 102 を形成していく。

本実施の形態では、線状に配列した円筒状のプラズマ発生手段を用いて、エッチング又はアッシングを行ない、半導体装置を作製する方法について説明する。

図 2 は、本実施の形態で使用するプラズマ発生手段を用いてエッチングする方法を示している。図 2において、プラズマ発生手段 202 は、基板 101 上方を移動し、配線パターン 102 のうち、レジスト 201 に覆われていない部分をエッチングする。

- 15 図 2 (A) の上面図が図 (B) であり、複数の円筒状のプラズマ発生手段 203 が、プラズマ発生手段の支持部 202 により、線状に配列されている。プラズマ発生手段が線状に配列されることにより、選択的にエッチング又はアッシングを行なうことができ、ガスの使用量も低減することができ、製造コストの低減が可能になる。

20 ガラス、石英、半導体、プラスチック、金属、ガラスエポキシ樹脂、セラミックなどの各種材料を基板 2301 とする。そして、基板 2301 上に、溶液

噴射手段 2306 により、公知の導電性を有する組成物を噴射することで、ゲート電極及び配線 2302、容量電極及び配線 2303 を形成する（図 17 (A)）。

その後、ゲート電極及び配線 2302、容量電極及び配線 2303 が形成された基板に加熱処理などを施すことで、その溶媒を揮発させて、その組成物の粘度が高くなるようにする。尚、この加熱処理は、溶液噴射方式により薄膜を形成することに行ってもよいし、任意の工程ごとに行ってもよいし、全ての工程が終了した後に一括して行ってもよい。

ついで、溶液噴射手段 2306 により、前記工程で噴射したゲート電極及び配線 2302、容量電極及び配線 2303 を覆うようにレジスト 2304、2305 を噴射する（図 17 (B)）。

その後、レジストをパターニングする（図 17 (C)）。

その後、線状に配列された複数の円筒状のプラズマ発生手段 2307 及び支持体 2300 を有する大気圧プラズマ装置を用いて選択的にプラズマ 2308 を形成し、ゲート電極及び配線 2302、容量電極及び配線 2303 のエッチングを行  
い、その後、アッシングによりレジストを除去する。（図 18 (A、B)）。

以上のような工程によりゲート電極及び配線 2302、容量電極及び配線 2303 を形成する。尚、ゲート電極及び配線 2302、容量電極及び配線 2303 を形成する材料としては Mo、Ti、Ta、W、Cr、Al、Cu、Nd 等を含む Al 等のような導電性材料が挙げられ、また、複数の導電性材料を積層して用いることも可能である。

その後、CVD 法など公知の方法により、ゲート絶縁膜 2401 を形成する（図 18 (C)）。本実施の形態では、ゲート絶縁膜 2401 として、大気圧下で CVD

法により窒化珪素膜を形成するが、酸化珪素膜、又はそれらの積層構造としてもよい。

その後、公知の方法（スパッタリング法、LPCVD 法、プラズマ CVD 法等）により 25~80nm(好ましくは 30~60nm) の厚さで半導体膜 2501 を成膜する。

- 5 この半導体膜 2501 としては、非晶質半導体膜、非晶質珪素ゲルマニウム膜などの非晶質構造を有する化合物半導体膜などを用いて基板 2301 上の全面に形成する（図 19 (A)）。

その後、全面に窒化珪素膜等を成膜、パターニングによりチャネル保護膜 2502 を形成する（図 19 (B)）。

- 10 その後、N 型を付与する不純物元素が添加された半導体膜 2503 を形成する（図 19 (C)）。

- 15 その後、溶液噴射手段 2306 を用いてソース・ドレイン電極及び配線 2601、2602 を形成する（図 20 (A)）。なお、ソース・ドレイン電極及び配線 2601、2602 は、図 17 (A) 乃至図 18 (B) に示したゲート電極及び配線 2302、容量電極及び配線 2303 と同様にパターニングを行えばよい。

ソース・ドレイン電極及び配線 2601、2602 を形成する材料としては Mo、Ti、Ta、W、Cr、Al、Cu、Nd 等を含む Al 等のような導電性材料が挙げられ、また、複数の導電性材料を積層して用いることも可能である。

- 20 その後、ソース・ドレイン電極及び配線 2601、2602 をマスクに N 型を付与する不純物元素が添加された半導体膜 2503 及び半導体膜 2501 を、線状に配列された複数の円筒状のプラズマ発生手段 2307 及び支持体 2300 を有する大気圧プラズマ装置を用いて選択的にプラズマ 2308 を形成しエッチングを

行う。

その後、CVD 法など公知の方法により、保護膜 2603 を形成する(図 20(C))。

本実施の形態では、保護膜 2603 として、大気圧下で CVD 法により窒化珪素膜を形成するが、酸化珪素膜、又はそれらの積層構造としてもよい。また、

- 5 アクリル膜等、有機樹脂膜を用いてもよい。

その後、溶液噴射手段 2306 によりにレジストを噴射した後、レジストをパターニングする。その後、線状に配列された複数の円筒状のプラズマ発生手段 2307 及び支持体 2300 を有する大気圧プラズマ装置を用いてプラズマ 2308 を形成し、保護膜 2603 のエッチングを行い、コンタクトホール 2701

- 10 を形成する(図 21 (A))。

その後、溶液噴射方式により、画素電極 2702 を形成する。

なお、画素電極 2702 は、溶液噴射手段 2306 を用いて直接形成してもよいし、

図 17 (A) 乃至図 18 (B) に示したゲート電極及び配線 2302、容量電極及び配線 2303 と同様にパターニングを行ってもよい。画素電極 2702 を形成する

- 15 材料としては IT0 (酸化インジウム酸化スズ合金)、酸化インジウム酸化亜鉛合金 ( $In_2O_3 - ZnO$ )、酸化亜鉛 ( $ZnO$ ) 等の透明導電膜又は Mo、Ti、Ta、W、Cr、Al、Cu、Nd 等を含む Al 等のような導電性材料が挙げられ、また、複数の導電性材料を積層して用いることも可能である。

本実施の形態により作製される半導体装置は、チャネル形成領域が保護膜 20 により保護された、所謂チャネル保護型である。

本実施の形態では、溶液噴射方式を用いて配線及びレジスト等のパターンを形成し、線状に配列されたプラズマ発生手段を有する大気圧プラズマでエ

ッチング及びアッシングを行うことを一例として示したが、公知の各種 TFT の作製方法と組み合わせて実施することも可能である。

溶液噴射手段で選択的に配線及びレジスト等のパターンを形成することにより、従来その殆どを無駄にしていた半導体装置の作製で用いる材料の使

- 5 用量を減らすことにより、前記半導体装置を用いる表示装置の製造コスト低減を可能にする。

更に、流動性を有する材料で配線等を形成することによりコンタクトホール及び段差の被覆性がよく、コンタクト不良及び断線等の不良の発生を軽減できる。

- 10 また、線状に配列されたプラズマ発生手段により、選択的にエッチング又は、アッシングを行うことにより、ガスの使用量も低減することができ、製造コストの低減を可能にする。

#### (実施の形態 3)

- 15 本実施の形態では、チャネル形成領域が保護膜に覆われていない所謂チャネルエッチ型の半導体装置の作成方法について図 22 乃至図 24 を用いて説明する。

実施の形態 1 又は実施の形態 2 と同様に、基板上にゲート電極及び配線 3302、容量電極及び配線 3303 を形成し、ゲート絶縁膜 3401、半導体膜 3501、N 型を付与する不純物元素が添加された半導体膜 3503 を形成する。

- 20 ついで、溶液噴射手段 3306 により、レジストを含む溶液 3504 を噴射する(図 22 (A))。

その後、線状のプラズマ発生手段 3307 及び支持体 3300 を有する大気圧 P

ラズマ装置を用いて線状のプラズマ 3308 を形成し、N 型を付与する不純物元素が添加された半導体膜 3503 及び半導体膜 3501 のエッチングを行う(図 22(B))。

その後、アッシングによりレジストを除去する(図 22(C))。

- 5 その後、溶液噴射手段 3306 を用いて、N 型を付与する不純物元素が添加された半導体膜 3503 及び半導体膜 3501 を覆うように、ソース・ドレイン電極及び配線 3601、3602 を形成する(図 23(A))。なお、ソース・ドレイン電極及び配線 3601、3602 は、図 3(A) 乃至図 4(B) に示したゲート電極及び配線 3302、容量電極及び配線 3303 と同様にパターニングを行えばよい。
- 10 ソース・ドレイン電極及び配線 3601、3602 を形成する材料としては Mo、Ti、Ta、W、Cr、Al、Cu、Nd 等を含む Al 等のような導電性材料が挙げられ、また、複数の導電性材料を積層して用いることも可能である。

その後、CVD 法など公知の方法により、保護膜 3603 を形成する(図 23(C))。

- 本実施の形態では、保護膜 3603 として、大気圧下で CVD 法により窒化珪素膜を形成するが、酸化珪素膜、又はそれらの積層構造としてもよい。また、アクリル膜等、有機樹脂膜を用いてもよい。
- 15

- その後、溶液噴射手段 3306 によりにレジストを噴射した後、レジストをパターニングする。その後、線状のプラズマ発生手段 3307 及び支持体 3300 を有する大気圧プラズマ装置を用いて線状のプラズマ 3308 を形成し、保護膜 3603 のエッチングを行い、コンタクトホール 3701 を形成する(図 24(A))。
- 20

その後、実施の形態 1 又は実施の形態 2 と同様に、画素電極 3702 を形成する。

本実施の形態により作製される半導体装置は、チャネル形成領域が保護膜により保護されていない、所謂チャネルエッチ型である。

本実施の形態では、線状のプラズマ発生手段を用いたが、実施の形態 2 で示した線状に配列された複数の円筒状のプラズマ発生手段を用いてもよ  
5 い。

#### (実施の形態 4)

本発明実施の形態では、配線等を形成する際、流動性を有する材料を用いることにより、コンタクトホール又は段差等の被覆性に優れ、配線パターン等の段切れ、あるいはコンタクト不良等を軽減できる。

10 ここで用いる配線材料の粒子径は、コンタクトホールよりも小さい必要があり、好ましくは、数  $\mu\text{m}$ ～サブ  $\mu\text{m}$ 、  $\text{nm}$  サイズの粒子を一種類、更に好ましくは複数の大きさのものを組み合わせて使用することが望ましい。

#### (実施の形態 5)

本発明実施の形態において、透光性を有する基板を用いて半導体装置を製  
15 造する際、基板サイズとしては、 $600\text{mm} \times 720\text{mm}$ 、 $680\text{mm} \times 880\text{mm}$ 、 $1000\text{mm} \times 1200\text{mm}$ 、 $1100\text{mm} \times 1250\text{mm}$ 、 $1150\text{mm} \times 1300\text{mm}$ 、 $1500\text{mm} \times 1800\text{mm}$ 、 $1800\text{mm} \times 2000\text{mm}$ 、 $2000\text{mm} \times 2100\text{mm}$ 、 $2200\text{mm} \times 2600\text{mm}$ 、または $2600\text{mm} \times 3100\text{mm}$ のような大面積基板を用いる。

20 このような大型基板を用いることにより、製造コストを削減することができる。用いることのできる基板として、コーニング社の #7059 ガラスや #1737 ガラスなどに代表されるバリウムホウケイ酸ガラスやアルミ

ノホウケイ酸ガラスなどのガラス基板を用いることができる。更に他の基板として、石英、半導体、プラスチック、金属、ガラスエポキシ樹脂、セラミックなどの各種の透光性基板を用いることもできる。

(実施の形態 6)

- 5 実施の形態 1 乃至実施の形態 2 ではチャネル保護型アモルファスシリコン TFT の作製方法を示したが、同様の方法を用いてチャネルエッチ型アモルファスシリコン TFT を作製できることは言うまでも無い。

また、実施の形態 1 乃至実施の形態 3 で示した配線等の作製方法は低温ポリシリコン TFT 等にも応用可能である。

10 (実施の形態 7)

本発明の実施の形態で製造された半導体装置は、液晶表示装置、EL ディスプレイ等に代表される自発光型表示装置等に利用可能である。

(実施の形態 8)

- 前記実施の形態を実施するために用いる一つ又は複数のクラスタ状に配  
15 列された溶液噴射手段を有する溶液噴射装置の一例について図 8 乃至図 10 を用いて説明する。

図 8 は点状溶液噴射装置の一構成例について示したものであり、また図 9、図 10 はこの点状溶液噴射装置に用いるノズルを配置した溶液噴射手段について示したものである。

- 20 図 8 に示す点状溶液噴射装置は、装置内に溶液噴射手段 806 を有し、これにより溶液を噴射することで、基板 802 に所望のパターンを得るものである。本点状溶液噴射装置においては、基板 802 として、所望のサイズのガラス基

板の他、プラスチック基板に代表される樹脂基板、或いはシリコンに代表される半導体ウエハ等の被処理物に適用することができる。

図 8において、基板 802 は搬入口 804 から筐体 801 内部へ搬入され、溶液噴射処理を終えた基板を搬出口 805 から搬出する。筐体 801 内部において、

- 5 基板 802 は搬送台 803 に搭載され、搬送台 803 は搬入口と搬出口とを結ぶレール 810a、810b 上を移動する。

溶液噴射手段の支持部 807a および 807b は、溶液を噴射する溶液噴射手段 806 を支持し、X—Y 平面内の任意の箇所に溶液噴射手段 806 を移動させる機構である。溶液噴射手段の支持部 807a は搬送台 803 と平行な X 方向に移動し、溶液噴射手段の支持部 807a に固定された溶液噴射手段の支持部 807b に装着された溶液噴射手段 806 は、X 方向に垂直な Y 方向に移動する。基板 802 が筐体 801 内部へ搬入されると、これと同時に溶液噴射手段の支持部 807a および溶液噴射手段 806 がそれぞれ X、Y 方向を移動し、溶液噴射処理を行う初期の所定の位置に設定される。溶液噴射手段の支持部 807a および溶液噴射手段 806 の初期位置への移動は、基板搬入時、或いは基板搬出時に行うことで、効率良く溶液噴射処理を行うことができる。

溶液噴射処理は、搬送台 803 の移動により基板 802 が、溶液噴射手段 806 の待つ所定の位置に到達すると開始する。溶液噴射処理は、溶液噴射手段の支持部 807a、溶液噴射手段 806 および基板 802 の相対的な移動と、溶液噴射手段の支持部に支持される溶液噴射手段 806 からの溶液噴射の組み合わせによって達成される。基板や溶液噴射手段の支持部、溶液噴射手段の移動速度と、溶液噴射手段 806 からの溶液を噴射する周期を調節することで、基

板 802 上に所望のパターンを描画することができる。特に、溶液噴射処理は高度な精度が要求されるため、溶液噴射時は搬送台の移動を停止させ、制御性の高い溶液噴射手段の支持部 807 および溶液噴射手段のみを走査させることが望ましい。また、溶液噴射手段 806 および溶液噴射手段の支持部 807a 5 の X—Y 方向におけるそれぞれの走査は一方向のみに限らず、往復或いは往復の繰り返しを行うことで溶液噴射処理を行っても良い。

溶液は、筐体 801 外部に設置した溶液供給部 809 から筐体内部へ供給され、さらに溶液噴射手段の支持部 807a、807b を介して溶液噴射手段 806 内部の液室に供給される。この溶液供給は筐体 801 外部に設置した制御手段 808 10 によって制御されるが、筐体内部における溶液噴射手段の支持部 807a に内蔵する制御手段によって制御しても良い。

また搬送台及び溶液噴射手段の支持部の移動は、同様に筐体 801 外部に設置した制御手段 808 により制御する。

図 8 には記載していないが、さらに基板や基板上のパターンへの位置合わせのためのセンサや、筐体へのガス導入手段、筐体内部の排気手段、基板を加熱処理する手段、基板へ光照射する手段、加えて温度、圧力等、種々の物理値を測定する手段等を、必要に応じて設置しても良い。またこれら手段も、筐体 801 外部に設置した制御手段 808 によって一括制御することが可能である。さらに制御手段 808 を LAN ケーブル、無線 LAN、光ファイバ等で生産 20 管理システム等に接続すれば、工程を外部から一律管理することが可能となり、生産性を向上させることに繋がる。

次に溶液噴射手段 806 内部の構造を説明する。図 9 は図 8 の溶液噴射手段

806 の Y 方向に平行な断面を見たものである。

- 外部から溶液噴射手段 806 の内部に供給される溶液は、液室流路 902 を通過し予備液室 903 に蓄えられた後、溶液を噴射するためのノズル 909 へと移動する。ノズル部 910 は適度の溶液がノズル内へ装填されるために設けられ  
 5 た流体抵抗部 904 と、溶液を加圧しノズル外部へ噴射するための加圧室 905、  
 及び溶液噴射口 907 によって構成されている。

- 加圧室 905 の側壁には、電圧印加により変形するチタン酸・ジルコニウム酸・鉛 ( $Pb(Zr, Ti)O_3$ ) 等のピエゾ圧電効果を有する材料を用いた圧電素子 906 を配置している。このため、目的のノズルに配置された圧電素子 906  
 10 に電圧を印加することで、加圧室 905 内の溶液を押しだし、外部に溶液 908 を噴射することができる。

- ノズルの径は、 $0.1 \sim 50 \mu m$  (好適には $0.6 \sim 26 \mu m$ ) に設定し、ノズルから噴射される組成物の噴射量は $0.00001 p1 \sim 50 p1$  (好適には $0.0001 \sim 40 p1$ ) に設定する。この噴射量は、ノズルの  
 15 径の大きさに比例して増加する。また、被処理物とノズル噴射口との距離は、所望の箇所に滴下するために、できる限り近づけておくことが好ましく、好適には $0.1 \sim 2 mm$ 程度に設定する。なお、ノズル径を変えずとも、圧電素子に印可されるパルス電圧を変えることによって噴射量を制御すること  
 もできる。これらの噴射条件は、線幅が約 $10 \mu m$ 以下となるように設定し  
 20 ておくのが望ましい。

なお、溶液噴射方式に用いる組成物の粘度は $300 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ 以下が好適であり、これは、乾燥を防止し、噴射口から組成物を円滑に噴射できるよう

にするためである。また、組成物の表面張力は、40 mN/m以下が好適である。但し、用いる溶媒や、用途に合わせて、組成物の粘度等は適宜調整するとよい。一例として、ITO、ITSO、有機インジウム、有機スズを溶媒に溶解又は分散させた組成物の粘度は5～50 mPa·s、銀を溶媒に溶

- 5 解又は分散させた組成物の粘度は5～20 mPa·s、金を溶媒に溶解又は分散させた組成物の粘度は10～20 mPa·sである。

本発明では溶液噴射を圧電素子を用いたいわゆるピエゾ方式で行うが、溶液の材料によっては、発熱体を発熱させ気泡を生じさせ溶液を押し出す、いわゆるサーマルインクジェット方式を用いても良い。この場合、圧電素子

- 10 906 を発熱体に置き換える構造となる。

また溶液噴射のためのノズル910においては、溶液と、液室流路902、予備液室903、流体抵抗部904、加圧室905さらに溶液噴射口907との濡れ性が重要となる。そのため材質との濡れ性を調整するための炭素膜、樹脂膜等をそれぞれの流路に形成しても良い。

- 15 上記の手段によって、溶液を処理基板上に噴射することができる。溶液噴射方式には、溶液を連続して噴射させ連続した線状のパターンを形成する、いわゆるシーケンシャル方式と、溶液をドット状に噴射する、いわゆるオンデマンド方式があり、本発明における装置構成ではオンデマンド方式を示したが、シーケンシャル方式（図示せず）による溶液噴射手段を用いることも  
20 可能である。

図10の(A)～(C)は図9における溶液噴射手段の底部を模式的に表したものである。図10(A)は、溶液噴射手段底部1001に溶液噴射口1002を

一つ設けた基本的な配置である。これに対し図 10 (B) では、溶液噴射手段底部 1001 の溶液噴射口 1002 を三角形を構成するように三点に増やした、いわゆるクラスタ状の配置である。また図 10 (C) では、溶液噴射口を上下に並べた配置である。この配置では、上の溶液噴射口 1002 からの溶液噴射後、

- 5 時間差をつけて下の溶液噴射口 1002 から同様の溶液を同様の箇所に噴射することにより、既に噴射された基板上の溶液が乾燥や固化する前に、さらに同一の溶液を厚く積もらせることができる。また、上の溶液噴射口が溶液等により目詰まりが生じた場合、予備として下の溶液噴射口を機能させることもできる。
- 10 溶液噴射手段で選択的に被膜を形成することにより、従来その殆どを無駄にしていた被膜（レジスト、金属、半導体膜、有機膜など）の使用量を減らすことにより、製造コストの低減を可能にする。

#### (実施の形態 9)

前記実施の形態を実施するために用いる線状処理可能な大気圧プラズマ

- 15 装置の一例について図 11 乃至図 12 を用いて説明する。

図 11 (A) 及び (B) は、装置上面図及び断面図である。同図においてカセット室 1106 には、所望のサイズのガラス基板、プラスチック基板に代表される樹脂基板等の被処理物 1103 がセットされる。被処理物 1103 の搬送方法としては、水平搬送が挙げられるが搬送機の占有面積低減などを目的とした縦型搬送を行ってもよい。

搬送室 1107 では、カセット室 1106 に配置された被処理物 1103 を、搬送機構（ロボットアーム等）1105 によりプラズマ処理室 1108 に搬送する。搬

送室 1107 に隣接するプラズマ処理室 1108 には、気流制御手段 1100、線状のプラズマを形成するプラズマ発生手段 1102 を移動させるレール 1104a、1104b、被処理物 1103 の移動を行う移動手段等が設けられる。また、必要に応じて、ランプなどの公知の加熱手段（図示せず）が設けられる。

- 5 気流制御手段 1100 は、防塵を目的としたものであり、吹き出し口 1101 から噴射される不活性ガスを用いて、外気から遮断されるように気流の制御を行う。プラズマ発生手段 1102 は、被処理物 1103 の搬送方向に配置されたレール 1104a、また該搬送方向に垂直な方向に配置されたレール 1104b により、所定の位置に移動する。

- 10 次いで、プラズマ発生手段 1102 の一例について図 12 を用いて説明する。

図 12 (A) は、線状のプラズマを形成するプラズマ発生手段 1102 の斜視図を示し、図 12 (B) ~ (D) には電極断面図を示す。

- 12 (B)において、点線はガスの経路を示し、1201、1202 はアルミニウム、銅などの導電性を有する金属からなる電極であり、第 1 の電極 1201 は電源（高周波電源）1206 に接続されている。なお第 1 の電極 1201 には、冷却水を循環させるための冷却系（図示せず）が接続されていてもよい。冷却系を設けると、冷却水の循環により連続的に表面処理を行う場合の加熱を防止して、連続処理による効率の向上が可能となる。第 2 の電極 1202 は、第 1 の電極 1201 の周囲を取り囲む形状を有し、電気的に接地されている。
- 20 そして、第 1 の電極 1201 と第 2 の電極 1202 は、その先端にノズル状のガスの細口を有する円筒状を有する。この第 1 の電極 1201 と第 2 の電極 1202 の両電極間の空間には、バルブ 1205 を介してガス供給手段（ガスポンベ）

1208 よりプロセス用ガスが供給される。そうすると、この空間の雰囲気は置換され、この状態で高周波電源 1206 により第 1 の電極 1201 に高周波電圧 (10 ~ 500 MHz) が印加されると、前記空間内にプラズマが発生する。

そして、このプラズマにより生成されるイオン、ラジカルなどの化学的に活

- 5 性な励起種を含む反応性ガス流を被処理物の表面に向けて照射すると、該被処理物の表面において所定の表面処理を行うことができる。

尚、ガス供給手段（ガスピンベ）1208 に充填されるプロセス用ガスの種類は、処理室内で行う表面処理の種類に合わせて適宜設定する。また、排気ガスは、ガス中に混入したゴミを除去するフィルタ 1203 とバルブ 1205 を介

- 10 して排気系 1207 に導入される。

また、第 1 の電極及び第 2 の電極の少なくともどちらかは固体誘電体（図示せず）に覆われている必要がある。固体誘電体に覆われずに電極同士が直

接対向する部位があると、そこからアーク放電が生じる。固体誘電体としては、二酸化珪素、酸化アルミニウム、二酸化ジルコニウム、二酸化チタン等

- 15 の金属酸化物、ポリエチレンテレフタート、ポリテトラフルオロエチレン等のプラスチック、ガラス、チタン酸バリウム等の複合酸化物等が挙げられる。固体誘電体の形状は、シート状でもフィルム状でもよいが、厚みが 0.

0.5 ~ 4 mm であることが好ましい。放電プラズマを発生するのに高電圧を要し、薄すぎると、電圧印可時に絶縁破壊が起こりアーク放電が発生する。

- 20 次に、図 12 (B) とは断面が異なる線状のプラズマ発生手段 1102 を図 12 (C) (D) に示す。図 12 (C) は、第 1 の電極 1201 の方が第 2 の電極 1202 よりも長く、且つ第 1 の電極 1201 が鋭角形状を有しており、また、図 12 (D)

に示すプラズマ発生手段 1102 は、第 1 の電極 1201 及び第 2 の電極 1202 の間で発生したプラズマを外部に噴射する形状を有する。

ガスノズルを線状に配列することにより、局所的にエッティング又は、アッシングを行うことにより、ガスの使用量も低減することができ、製造コスト 5 の低減を可能にする。

また、エッティング又は、アッシングを大気圧又は大気圧近傍の圧力中で処理することにより、装置を構成していた真空チャンバー及びポンプなどを簡略化でき装置の大型化を防ぐことが出来る。なおかつ、装置メンテナンスのコストが低減され、プロセス中では、従来チャンバー内を真空状態に真空引きしてから行っていた処理をその必要なく大気圧又は大気圧近傍の圧力で 10 処理可能なため、基板処理時間を短くすることが可能となる。

#### (実施の形態 10)

前記実施の形態 9 におけるプラズマ発生手段 1102 の他の構成の一例を図 15 を用いて説明する。図 15 (A) は、円筒状の複数の電極が線状に配置されたプラズマ発生手段 1102 の斜視図を示し、図 15 (B) ~ (D) には 1 つの円筒状のプラズマ発生手段断面図を示す。

図 15 (B) において、点線はガスの経路を示し、1501、1502 はアルミニウム、銅などの導電性を有する金属からなる電極であり、第 1 の電極 1501 は電源（高周波電源）1506 に接続されている。なお第 1 の電極 1501 には、冷却水を循環させるための冷却系（図示せず）が接続されていてもよい。冷却系を設けると、冷却水の循環により連続的に表面処理を行う場合の加熱を 20 防止して、連続処理による効率の向上が可能となる。第 2 の電極 1502 は、

第1の電極1501の周囲を取り囲む形状を有し、電気的に接地されている。

そして、第1の電極1501と第2の電極1502は、その先端にノズル状のガスの細口を有する円筒状を有する。この第1の電極1501と第2の電極1502の両電極間の空間には、バルブ1505を介してガス供給手段(ガスボンベ)

- 5 1508よりプロセス用ガスが供給される。そうすると、この空間の雰囲気は置換され、この状態で高周波電源1506により第1の電極1501に高周波電圧(10~500MHz)が印加されると、前記空間内にプラズマが発生する。
- 10 そして、このプラズマにより生成されるイオン、ラジカルなどの化学的に活性な励起種を含む反応性ガス流を被処理物の表面に向けて照射すると、該被処理物の表面において所定の表面処理を行うことができる。

尚、ガス供給手段(ガスボンベ)1508に充填されるプロセス用ガスは、処理室内で行う表面処理の種類に合わせて適宜設定する。また、排気ガス1504は、ガス中に混入したゴミを除去するフィルタ1503とバルブ1505を介して排気系1507に導入される。

- 15 また、第1の電極及び第2の電極の少なくともどちらかは固体誘電体(図示せず)に覆われている必要がある。固体誘電体に覆われずに電極同士が直接対向する部位があると、そこからアーク放電が生じる。固体誘電体としては、二酸化珪素、酸化アルミニウム、二酸化ジルコニウム、二酸化チタン等の金属酸化物、ポリエチレンテレフタート、ポリテトラフルオロエチレン等のプラスチック、ガラス、チタン酸バリウム等の複合酸化物等が挙げられる。固体誘電体の形状は、シート状でもフィルム状でもよいが、厚みが0.05~4mmであることが好ましい。放電プラズマを発生するのに高電圧

を要し、薄すぎると、電圧印可時に絶縁破壊が起こりアーク放電が発生する。

次に、図 15 (B) とは断面が異なる円筒状のプラズマ発生手段 1102 を図 15 (C) (D) に示す。図 15 (C) は、第 1 の電極 1501 の方が第 2 の電極 1502 よりも長く、且つ第 1 の電極 1501 が鋭角形状を有しており、また、図 5 15 (D) に示すプラズマ発生手段 1102 は、第 1 の電極 1501 及び第 2 の電極 1502 の間で発生したプラズマを外部に噴射する形状を有する。

また、線状に無数に配列された円筒状のプラズマ発生手段は、コンピューター制御などにより、個別にプラズマの形成を行うことができる。これにより線状のプラズマ領域を形成することはもとより、選択的なプラズマの形成 10 を可能にする。

さらに、円筒状のプラズマ発生手段を線状に配列することにより、選択的にエッチング又は、アッシングを行うことにより、ガスの使用量も低減することができ、製造コストの低減を可能にする。

また、エッチング又は、アッシングを大気圧又は大気圧近傍の圧力中で処理することにより、装置を構成していた真空チャンバー及びポンプなどを簡略化でき装置の大型化を防ぐことが出来る。なおかつ、装置メンテナンスのコストが低減され、プロセス中では、従来チャンバー内を真空状態に真空引きしてから行っていた処理をその必要なく大気圧又は大気圧近傍の圧力で処理可能なため、基板処理時間を短くすることが可能となる。

#### 20 (実施の形態 11)

本発明の実施の形態において、ガス噴射口と基板の距離は 3mm 以下、好ま

しくは 1mm 以下、より好ましくは、0.5mm 以下であり。非接触の距離検出センサ等により処理基板表面とガス噴射口の距離を制御してもよい。

(実施の形態 12)

- 実施の形態 9 及び実施の形態 10において、一度利用した原料ガス等を回  
5 収し、精製器等を経て再利用してもよい。

(実施の形態 13)

本発明実施の形態において、配線の形成方法には以下ののような方法を用い  
てもよい。

- ガラス、石英、半導体、プラスチック、金属、ガラスエポキシ樹脂、セラ  
10 ミックなどの各種材料を基板 1300 とする。そして、基板 1300 上に噴射ヘッ  
ド 1301 により、マイクロ粒子、ナノ粒子及び公知の導電性粒子を有する組  
成物を噴射することで配線 1302、1303 を形成する（図 13 (A)）。

- その後、必要があれば、配線 1302、1303 が形成された基板に加熱処理な  
どを施すことで、その溶媒を揮発させて、その組成物の粘度が高くなるよう  
15 にする。尚、この加熱処理は、溶液噴射方式により薄膜を形成するごとに行  
ってもよいし、任意の工程毎に行ってもよいし、全ての工程が終了した後に  
一括して行ってもよい。

その後、配線 1302、1303 上に、溶液噴射方式により、レジスト 1304、1305  
を噴射する（図 13 (B)）。

- 20 その後、線状のプラズマ発生手段 1306 及び支持体 1310 によりレジスト  
1304、1305 をマスクに、配線 1302、1303 をエッチングする（図 13 (C)）。

その後、レジスト 1304、1305 を線状のプラズマ発生手段 1306 及び支持体

1310 によりアッシングにより取り除く（図 13 (D)）。

- このように、溶液噴射方式により配線を形成する際、公知のフォトリソグラフィプロセスを用いないで溶液噴射方式により直接レジストパターンの形成を行うことで、フォトリソグラフィプロセス及びレジストの使用量を削減できる。更に、溶液噴射方式により直接配線を形成することでレジストの使用量及び配線材料のエッチング工程をも削減することが可能となる。

このような配線の形成方法を用いることで、従来各工程で使用していたフォトマスクの枚数を大幅に削減することが可能となる。

(実施の形態 14)

- 10 また、本発明実施の形態において、配線等の形成方法には以下のような方法を用いてもよい。

ガラス、石英、半導体、プラスチック、金属、ガラスエポキシ樹脂、セラミックスなどの各種材料を基板 1600 とする。そして、基板 1600 上に溶液噴射手段 1601 により、マイクロ粒子、ナノ粒子及び公知の導電性粒子を有する組成物を噴射することで配線 1602、1603 を形成する（図 16 (A)）。

その後、必要があれば、配線 1602、1603 が形成された基板に加熱処理などを施すことで、その溶媒を揮発させて、その組成物の粘度が高くなるようする。尚、この加熱処理は、溶液噴射方式により薄膜を形成したごとに行ってもよいし、任意の工程毎に行ってもよいし、全ての工程が終了した後に 20 一括して行ってもよい。

その後、配線 1602、1603 上に、溶液噴射方式により、レジスト 1604、1605 を噴射する（図 16 (B)）。

その後、線状に配列された複数の円筒状のプラズマ発生手段 1606 及び支持体 1610 により選択的に形成したプラズマ 1607 によりレジスト 1604、1605 をマスクに、配線 1602、1603 をエッティングする（図 16 (C)）。

- その後、レジスト 1604、1605 を線状に配列された複数の円筒状のプラズマ発生手段 1606 及び支持体 1610 により選択的に形成したプラズマ 1607 によりアッシングにより取り除く（図 16 (D)）。
- 5

このように、溶液噴射方式により配線を形成する際、公知のフォトリソグラフィプロセスを用いないで溶液噴射方式により直接レジストパターンの形成を行うことで、フォトリソグラフィプロセス及びレジストの使用量を削減することができる。更に、溶液噴射方式により直接配線等のパターンを直接的に形成することでレジストを使用せず、また配線材料のエッティング工程をも削減することが可能となる。

10

このような配線の形成方法を用いることで、従来各工程で使用していたフォトマスクの枚数を大幅に削減することが可能となる。

15 （実施の形態 15）

本発明の配線パターンを形成するために、金属微粒子を有機溶媒中に分散させた組成物を用いている。金属微粒子は平均粒径が 1～50 nm、好ましくは 3～7 nm のものを用いる。代表的には、銀又は金の微粒子であり、その表面にアミン、アルコール、チオールなどの分散剤を被覆したものである。有機溶媒はフェノール樹脂やエポキシ系樹脂などであり、熱硬化性又は光硬化性のものを適用している。この組成物の粘度調整は、チキソ剤若しくは希釈溶剤を添加すれば良い。

20

溶液噴射手段によって、被形成面に適量吐出された組成物は、加熱処理により、又は光照射処理により有機溶媒を硬化させる。有機溶媒の硬化に伴う体積収縮で金属微粒子間は接触し、融合、融着若しくは凝集が促進される。すなわち、平均粒径が 1～50 nm、好ましくは 3～7 nm の金属微粒子が

- 5 融合、融着若しくは凝集した配線が形成される。このように、融合、融着若しくは凝集により金属微粒子同士が面接触する状態を形成することにより、配線の低抵抗化を実現することができる。

本発明は、このような組成物を用いて導電性のパターンを形成することで、線幅が 1～10 μm 程度の配線パターンの形成も容易になる。また、同様に

10 コンタクトホールの直径が 1～10 μm 程度であっても、組成物をその中に充填することができる。すなわち、微細な配線パターンで多層配線構造を形成することができる。

本実施例に示した組成物は実施の形態 1～15 の全てに適用できる。

(実施の形態 16)

- 15 次に、本発明を用いた電子機器として、ビデオカメラ、デジタルカメラ、ゴーグル型ディスプレイ（ヘッドマウントディスプレイ）、ナビゲーションシステム、音響再生装置（カーオーディオ、オーディオコンポ等）、ノート型パーソナルコンピュータ、ゲーム機器、携帯情報端末（モバイルコンピュータ、携帯電話、携帯型ゲーム機または電子書籍等）、記録媒体を備えた画像再生装置（具体的には Digital Versatile Disc (DVD) 等の記録媒体を再生し、その画像を表示しうるディスプレイを備えた装置）などが挙げられる。それらの電子機器の具体例を図 14 に示す。

- 図 14 (A) は表示装置であり、筐体 14001、支持台 14002、表示部 14003、スピーカー部 14004、ビデオ入力端子 14005 等を含む。本発明は表示部 14003 を構成する電気回路に用いることができる。本発明により、図 14 (A) に示す表示装置が完成される。なお表示装置はパソコン用、20~80 インチの
- 5 テレビ放送受信用、広告表示用などの全ての情報表示用表示装置が含まれる。
- 図 14 (B) はデジタルスチルカメラであり、本体 14101、表示部 14102、受像部 14103、操作キー 14104、外部接続ポート 14105、シャッター 14106 等を含む。本発明は、表示部 14102 を構成する電気回路に用いることができる。また本発明により、図 14 (B) に示すデジタルスチルカメラが完成される。
- 10 図 14 (C) はノート型パーソナルコンピュータであり、本体 14201、筐体 14202、表示部 14203、キーボード 14204、外部接続ポート 14205、ポインティングマウス 14206 等を含む。本発明は、表示部 14203 を構成する電気回路に用いることができる。また本発明により、図 14 (C) に示すノート型パーソナルコンピュータが完成される。
- 15 図 14 (D) はモバイルコンピュータであり、本体 14301、表示部 14302、スイッチ 14303、操作キー 14304、赤外線ポート 14305 等を含む。本発明は、表示部 14302 を構成する電気回路に用いることができる。また本発明により、図 14 (D) に示すモバイルコンピュータが完成される。

図 14 (E) は記録媒体を備えた携帯型の画像再生装置（具体的には D V 20 D 再生装置）であり、本体 14401、筐体 14402、表示部 A 14403、表示部 B 14404、記録媒体 (D V D 等) 読み込み部 14405、操作キー 14406、スピーカー部 14407 等を含む。表示部 A 14403 は主として画像情報を表示し、表示部 B 14404 は

主として文字情報を表示するが、本発明は、表示部A、B 14403、14404を構成する電気回路に用いることができる。なお、記録媒体を備えた画像再生装置には家庭用ゲーム機器なども含まれる。また本発明により、図14(E)に示すDVD再生装置が完成される。

- 5 図14(F)はゴーグル型ディスプレイ(ヘッドマウントディスプレイ)であり、本体14501、表示部14502、アーム部14503を含む。本発明は、表示部14502を構成する電気回路に用いることができる。また本発明により、図14(F)に示すゴーグル型ディスプレイが完成される。

- 図14(G)はビデオカメラであり、本体14601、表示部14602、筐体14603、  
10 外部接続ポート14604、リモコン受信部14605、受像部14606、バッテリー14607、音声入力部14608、操作キー14609等を含む。本発明は、表示部14602を構成する電気回路に用いることができる。また本発明により、図14(G)に示すビデオカメラが完成される。

- 図14(H)は携帯電話であり、本体14701、筐体14702、表示部14703、  
15 音声入力部14704、音声出力部14705、操作キー14706、外部接続ポート14707、アンテナ14708等を含む。本発明は、表示部14703を構成する電気回路に用いることができる。なお、表示部14703は黒色の背景に白色の文字を表示することで携帯電話の消費電流を抑えることができる。また本発明により、図14(H)に示す携帯電話が完成される。

- 20 以上の様に、本発明の適用範囲は極めて広く、あらゆる分野の電子機器に用いることが可能である。またここで示した電子機器は、本発明において示したいずれの構成の半導体装置を用いても良い。

### 請求の範囲

1. 導電性材料を噴射する第一の溶液噴射手段を用いて配線を形成する工程と、第二の溶液噴射手段を用いて前記配線の上にレジストマスクを形成する工程と、前記レジストマスクをマスクとして、線状のプラズマ発生手段を有する大気圧プラズマ装置を用いて前記配線をエッティングする工程とを有することを特徴とする半導体装置の製造方法。
2. 導電性材料を噴射する溶液噴射手段を用いて配線を形成する工程と、少なくとも前記配線の上にレジストマスクを形成する工程と、前記レジストマスクをマスクとして、線状のプラズマ発生手段を有する大気圧プラズマ装置を用いて前記配線をエッティングする工程とを有することを特徴とする半導体装置の製造方法。
3. 配線を形成する工程と、溶液噴射手段を用いて少なくとも前記配線の上にレジストマスクを形成する工程と、前記レジストマスクをマスクとして、線状のプラズマ発生手段を有する大気圧プラズマ装置を用いて前記配線をエッティングする工程とを有することを特徴とする半導体装置の製造方法。
4. 請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか一項において、溶液噴射手段は一つ又は複数個の溶液の噴射口を有することを特徴とする半導体装置の製造方法。
5. 請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか一項において、溶液噴射手段により配線材料又はレジスト等を噴射する際、基板を加熱しておくことを特徴とする半導体装置の製造方法。
6. 請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか一項において、エッティング又はアッシング、もしくは両方を大気圧又は大気圧近傍の圧力で処理することを特徴と

する半導体装置の製造方法。

7. 導電性材料を噴射する第一の溶液噴射手段を用いて配線を形成する工程と、第二の溶液噴射手段を用いて前記配線の上にレジストマスクを形成する工程と、前記レジストマスクをマスクとして、線状のプラズマ発生手段を有する大気圧プラズマ装置を用いて前記配線をエッティングする工程とを有することを特徴とする半導体装置を用いた表示装置の製造方法。
8. 導電性材料を噴射する溶液噴射手段を用いて配線を形成する工程と、少なくとも前記配線の上にレジストマスクを形成する工程と、前記レジストマスクをマスクとして、線状のプラズマ発生手段を有する大気圧プラズマ装置を用いて前記配線をエッティングする工程とを有することを特徴とする半導体装置を用いた表示装置の製造方法。
9. 配線を形成する工程と、溶液噴射手段を用いて少なくとも前記配線の上にレジストマスクを形成する工程と、前記レジストマスクをマスクとして、線状のプラズマ発生手段を有する大気圧プラズマ装置を用いて前記配線をエッティングする工程とを有することを特徴とする半導体装置を用いた表示装置の製造方法。
10. 請求項 7 乃至請求項 9 のいずれか一項において、溶液噴射手段は一つ又は複数個の溶液の噴射口を有することを特徴とする半導体装置を用いた表示装置の製造方法。
11. 請求項 7 乃至請求項 9 のいずれか一項において、溶液噴射手段により溶液を噴射する際、基板を加熱しておくことを特徴とする半導体装置を用いた表示装置の製造方法。

12. 請求項 7 乃至請求項 8 のいずれか一項において、エッチング又はアッシング、もしくは両方を大気圧又は大気圧近傍の圧力で処理することを特徴とする半導体装置を用いた表示装置の製造方法。
13. 導電性材料を噴射する第一の溶液噴射手段を用いて配線を形成する工程と、第二の溶液噴射手段を用いて前記配線の上にレジストマスクを形成する工程と、前記レジストマスクをマスクとして、複数のプラズマ発生手段が線状に配列された大気圧プラズマ装置を用いて前記配線をエッチングする工程とを有することを特徴とする半導体装置の製造方法。
14. 導電性材料を噴射する溶液噴射手段を用いて配線を形成する工程と、少なくとも前記配線の上にレジストマスクを形成する工程と、前記レジストマスクをマスクとして、複数のプラズマ発生手段が線状に配列された大気圧プラズマ装置を用いて前記配線をエッチングする工程とを有することを特徴とする半導体装置の製造方法。
15. 配線を形成する工程と、溶液噴射手段を用いて少なくとも前記配線の上にレジストマスクを形成する工程と、前記レジストマスクをマスクとして、複数のプラズマ発生手段が線状に配列された大気圧プラズマ装置を用いて前記配線をエッチングする工程とを有することを特徴とする半導体装置の製造方法。
16. 請求項 13 乃至請求項 15 のいずれか一項において、溶液噴射手段は一つ又は複数個の溶液の噴射口を有することを特徴とする半導体装置の製造方法。
17. 請求項 13 乃至請求項 15 のいずれか一項において、溶液噴射手段により

配線材料又はレジスト等を噴射する際、基板を加熱しておくことを特徴とする半導体装置の製造方法。

18. 請求項 13 乃至請求項 15 のいずれか一項において、エッティングは大気圧若しくは大気圧近傍の圧力で処理することを特徴とする半導体装置の製造方法。

19. 導電性材料を噴射する第一の溶液噴射手段を用いて配線を形成する工程と、第二の溶液噴射手段を用いて前記配線の上にレジストマスクを形成する工程と、前記レジストマスクをマスクとして、複数のプラズマ発生手段が線状に配列された大気圧プラズマ装置を用いて前記配線をエッティングする工程とを有することを特徴とする半導体装置を用いた表示装置の製造方法。

20. 導電性材料を噴射する溶液噴射手段を用いて配線を形成する工程と、少なくとも前記配線の上にレジストマスクを形成する工程と、前記レジストマスクをマスクとして、複数のプラズマ発生手段が線状に配列された大気圧プラズマ装置を用いて前記配線をエッティングする工程とを有することを特徴とする半導体装置を用いた表示装置の製造方法。

21. 配線を形成する工程と、溶液噴射手段を用いて少なくとも前記配線の上にレジストマスクを形成する工程と、前記レジストマスクをマスクとして、複数のプラズマ発生手段が線状に配列された大気圧プラズマ装置を用いて前記配線をエッティングする工程とを有することを特徴とする半導体装置を用いた表示装置の製造方法。

22. 請求項 19 乃至請求項 21 のいずれか一項において、溶液噴射手段は一つ又は複数個の溶液の噴射口を有することを特徴とする半導体装置を用いた

表示装置の製造方法。

23. 請求項 19 乃至請求項 21 のいずれか一項において、溶液噴射手段により溶液を噴射する際、基板を加熱しておくことを特徴とする半導体装置を用いた表示装置の製造方法。

24. 請求項 19 乃至請求項 21 のいずれか一項において、エッチングは大気圧若しくは大気圧近傍の圧力で処理することを特徴とする半導体装置を用いた表示装置の製造方法。

### 要約書

導電性材料を噴射する第一の溶液噴射手段を用いて配線を形成する工程と、第二の溶液噴射手段を用いて前記配線の上にレジストマスクを形成する工程と、前記レジストマスクをマスクとして、線状のプラズマ発生手段を有する大気圧プラズマ装置、又は、複数のプラズマ発生手段が線状に配列された大気圧プラズマ装置を用いて前記配線をエッチングする工程とを有する。